

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314241

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H05K 3/34
B23K 1/00
B23K 3/06
C23C 28/02
C23C 30/00
// B23K 35/26
B23K101:42

(21)Application number : 2001-119030

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.04.2001

(72)Inventor : HATA HIDEYOSHI
SOGA TASAO
ISHIDA TOSHIHARU
MIURA KAZUMA

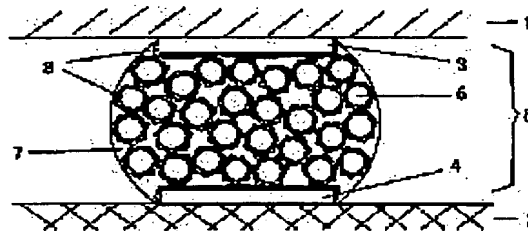
(54) ELECTRONIC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic device by an entirely novel solder connection, specifically, to realize a flip chip connection on a high temperature side in a temperature layering connection as an alternating method of a high Pb solder containing much Pb.

SOLUTION: The arrangement is made by coupling a metal ball containing a unit metal, an alloy, a compound, or their mixture in either Sn or In. This arrangement is used as an electrode between a chip and a substrate.

[図 2]



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314241

(P2002-314241A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)	
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C	4 K 0 4 4
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	3 3 0 E	5 E 3 1 9
				H
C 2 3 C 28/02		C 2 3 C 28/02		
30/00		30/00		B
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-119030(P2001-119030)

(22) 出願日 平成13年4月18日 (2001. 4. 18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 秦 英恵

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 曾我 太佐男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

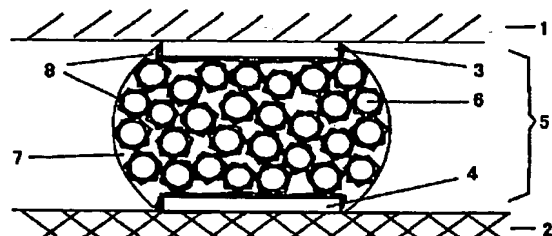
(54) 【発明の名称】 電子機器

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、全く新規なはんだ接続による電子機器を提供することにある、具体的には、Pbを多く含む高Pbはんだの代替方法として、温度階層接続における高温側のフリップチップ接続を実現することにある。

【解決手段】 単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn、もしくはInのどちらか一方で連結させた構成を、チップ、基板間の電極に用いることにより上記課題は解決される。

【 図 2 】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子部品の電極と基板の電極間の接続部が、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn、もしくはInのどちらか一方で連結している構成であることを特徴とする電子機器。

【請求項 2】電子部品の電極と基板の電極間の接続部が、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn、もしくはInのどちらか一方であるはんだとの化合物、及び該はんだで連結している構成であることを特徴とする電子機器。

【請求項 3】電子部品の電極と基板の電極間の接続部が、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだ、これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだのうち一種以上で連結している構成であることを特徴とする電子機器。

【請求項 4】電子部品の電極と基板の電極間の接続部が、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだ、これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだのうち一種以上のはんだとの化合物、及び該はんだで連結している構成であることを特徴とする電子機器。

【請求項 5】前記金属ボールがCu、Ag、Au、Al、Ni、Cu合金、Cu-Sn化合物、Ag-Sn化合物、Au-Sn化合物、Al-Ag化合物、Zn-Al化合物、もしくはこれらの混合物を含むボールであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電子機器。

【請求項 6】前記金属ボールにAuめっき、もしくはAgめっき、もしくはSnの単体金属めっき、もしくはSnを含む合金めっき、もしくは2層めっきとして下地にNiめっきし更にこの表面にAuめっき、もしくは下地にNiめっきし更にこの表面にAgめっき、のうちいずれかを施したことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電子機器。

【請求項 7】電子部品の電極と基板の電極間の接続において、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールと、Sn、もしくはInのどちらか一方を含むはんだボールとを混合してなるペーストを該電極間に供給し、これらを加熱し、該はんだボール成分を溶融させることにより該金属ボール間、及び該金属ボールと該電子部品の電極、該基板の電極間を連結させることを特徴とする電子機器。

【請求項 8】電子部品の電極と基板の電極間の接続において、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールと、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだ、これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだ、のうち一種以上を混合してなるペーストを該電極間に供給し、これらを加熱し、該はんだボール成分を溶融させることにより該金属ボール間、

及び該金属ボールと該電子部品の電極、該基板の電極間を連結させることを特徴とする電子機器。

【請求項 9】前記金属ボールがCu、Ag、Au、Al、Ni、Cu合金、Cu-Sn化合物、Ag-Sn化合物、Au-Sn化合物、Al-Ag化合物、Zn-Al化合物、もしくはこれらの混合物を含むボールであることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の電子機器。

【請求項 10】請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の電子機器であって、前記金属ボールにAuめっき、もしくはAgめっき、もしくはSnの単体金属めっき、もしくはSnを含む合金めっき、もしくは2層めっきとして下地にNiめっきし更にこの表面にAuめっき、もしくは下地にNiめっきし更にこの表面にAgめっき、のうちいずれかを施したことを特徴とする電子機器。

【請求項 11】前記接続部の形状が球帯形状、円筒状、直方体、ウェスト形状であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

【請求項 12】請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の電子機器の基板が、メタルコア層を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 13】請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の電子機器を、Pbフリーはんだを用いて他の基板に実装したことを特徴とする実装構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、はんだ、はんだを用いた接続方法または電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】Sn-Pb系はんだにおいては、電子機器の製造に広く使われている融点が183℃の63mass%Sn-37mass%Pbの共晶はんだ（以下、Sn-37Pbのように、元素の割合をmass%を除いて示し、組成比の記述のない元素は残りとする）以外に、高温系はんだとして一般に高鉛はんだと呼ばれるPbリッチのPb-5Sn（融点：310～314℃）、Pb-10Sn（融点：275～302℃）等が知られている。これらは330℃近傍で加熱することにより用いられ、その後、このはんだ付け部を溶かさず、融点の低いSn-37Pbで接続する温度階層接続が可能であった。このような温度階層接続は、チップをダイボンドするタイプの半導体装置や、チップをフリップチップ接続するBGA（Ball Grid Array）、CSP（Chip Scale Package）などで適用されている。特に、チップをフリップチップ接続する場合には、一般にC4（Controlled Collapse Chip Connection）接続と言われる、はんだバンプを電子部品の電極と基板の電極間に用いる方式によって行っている。

【0003】また高鉛はんだは、融点の関係からSn-37Pbとの温度階層接続が可能である以外に、軟質な鉛が多く含まれるため、はんだ全体が柔らかいという性質がある。これは、特にチップとの接続部で、基板との熱膨張

係数の差から機械的ストレス等が発生する箇所において、接続部では応力緩和できる特性をもつ必要があることから、柔らかいはんだが適して、この軟質な高鉛はんだを使用して、シリコンチップを直接基板にはんだ付けするフリップチップ接続が可能であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、環境を懸念してはんだ中から鉛を排除した鉛フリーはんだ材料、及びそれを用いたはんだ付け方法の開発が進められている。

【0005】Sn-37Pbはんだを代替するための鉛フリーはんだ材料としては、Sn-Ag系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Cu系、Sn-Zn系、及び、これらにBiや、Inを添加して低融点化を図ったはんだ材料が提案されている。一方、高温系の高鉛はんだの代替材料としては、最も可能性のあるはんだ材料としてはSn-5Sb（融点：232～240℃）があるが、リフロー炉内での基板内の温度ばらつき等を考慮すると、このSn-5Sbによる接続部を溶かさないう、上記のPbフリーはんだ材料を用いて温度階層接続を行うことは難しかった。他には、Au-20Sn（融点：280℃）が知られているが、この材料は硬く、コストも高いため、用途が限定される。特に、熱膨張係数の異なる材料間の接続、例えば、Siチップと基板間の接続、また、大型のSiチップの接続では、はんだが硬く、応力緩和の可能性が低いいため、Siチップを破壊させる恐れがあるため、使用されていない。そこで、最近、特開平11-172352に記載されているように、Zn-Al系はんだで、Ge、Mg等が含まれる材料が提案されてきた。この材料の融点は280℃～380℃であり、高温はんだの代替材料として融点は適しているが、はんだ自体は硬く、また、反応性の高いZn、Alが多く含まれるため、腐食の及ぼす影響が懸念される。

【0006】従って、本発明の目的は、電子部品内で電極として使われてきた、鉛を多く含む融点の高いはんだの代替材料、及びこれを用いた接続方法、電子機器を提供することにある。特に、C4接続と言われる球帯型の電極等に用いる鉛フリー材料、及び、これを用いた接続方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記課題を解決するために、従来高鉛はんだを用いていた電子部品の電極と基板の電極間の接続部を次のようにする。

【0008】まず、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn、もしくはInのどちらか一方のはんだとの化合物、及び該はんだで連結させた構成の接続部とする。

【0009】また、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールを、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだ、これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだ、のうち一種以上のはんだとの化合物、及び該はんだで連結させた構成とす

る。

【0010】接続方法は、以下の様にする。

【0011】電子部品の電極と基板の電極間に、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールと、Sn、もしくはInのどちらか一方を含むはんだボールとを混合してなるペーストを供給し、これらを加熱し、該はんだボール成分を溶融させ、該金属ボール間、及び該金属ボールと該電子部品の電極、該基板の電極間を該はんだとの化合物、及び該はんだで連結させる。

【0012】また、電子部品の電極と基板の電極間に、単体金属、合金、化合物もしくはこれらの混合物を含む金属ボールと、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだ、これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだ、のうち一種以上とを混合してなるペーストを供給し、これらを加熱し、該はんだボール成分を溶融させ、該金属ボール間、及び該金属ボールと該電子部品の電極、該基板の電極間を該はんだとの化合物、及び該はんだで連結させる。

【0013】ここで、前記金属ボールは、Cu、Ag、Au、Al、Ni、Cu合金、Cu-Sn化合物、Ag-Sn化合物、Au-Sn化合物、Al-Ag化合物、Zn-Al化合物、もしくはこれらの混合物を含むボールとする。また、前記金属ボール表面には、Auめっき、もしくはAgめっき、もしくはSnの単体金属めっき、もしくはSnを含む合金めっき、あるいは2層めっきとして下地にNiめっきし更にこの表面にAuめっき、もしくは下地にNiめっきし更にこの表面にAgめっき、のうちのいずれかを施したものをを用いても良い。電極の形状は、球帯形状、円筒状、直方体、ウェスト形状とする。

【0014】また、以上の様に作成した電子機器を、Pbフリーはんだを用いて他の基板に接続する。

【0015】また、以上の様に作成した電子機器に使用される基板は、メタルコア層を有するものを用いる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明に係る鉛フリー材料、電子機器、接続方法を図面を用いて説明する。

（実施の形態1）図1に、本発明を実施した電子機器の例を示す。この実装構造体19は、半導体チップ1がフリップチップ接続された中間基板2が、プリント配線基板15に実装されている。該半導体チップ1と中間基板2間の接続部の断面を図2に示した。半導体チップ1の電極3と中間基板2の電極4間のフリップチップによる接続部5は、金属ボール6が分散され、この金属ボール間6ははんだ7及びその化合物8で連結されている。また半導体チップ1の電極3と金属ボール6、中間基板2の電極4と金属ボール6も、はんだ7及びその化合物8で連結されている。

【0017】接続部の形状は図1では、球帯形状であるが、図3（a）に示したように直方体、或いは円筒状、図3（b）に示したように中央が細くなったウェスト形

状でも良い。また、これらの他に、図で示してはいないが、台形状としてもよい。図3(a)に示した直方体、円筒状の接続では、はんだの接続部の厚みを薄くすることにより、高さ方向に実装密度を上げることが可能である。従って、この図2の形状を用いたLGA(Land Grid Array)接続は、小型化のみならず薄型化も重要である携帯電話、デジタルビデオカメラ、ノートブック型パーソナルコンピューター、PDA(Personal Digital Assistant)等の携帯用電子機器の実装に適する。図3(b)に示したウェスト形状では、接続端部に生じる応力を低減することができ、また、電極3、電極4間の距離を長くすることにより、長寿命化を図ることが可能である。従って、図3(b)のウェスト形状の接続は、製品の寿命が非常に重要な、大型のコンピューター、自動車用の電子機器等に適する。図2から4に記載のどの形状においても、接続部の寿命を更に向上させるためには、半導体チップ1、中間基板2の熱膨張係数の差によって発生する応力を分散させることが効果があり、半導体チップ1、中間基板2間に樹脂を封入すると良い。半導体チップ1の上から樹脂でトップコートすることも効果がある。また、半導体チップ1に発生する熱を逃がすために、半導体チップ1上に放熱フィン等を取り付けてもよい。

【0018】図2の例では、金属ボール6はCuを用いて、はんだ7はSn、その化合物8はCu-Sn化合物により構成される。この図1に示した実装構造体19の製造方法を、図4、図5を用いて説明する。第1工程において、中間基板2の電極4に、混合ペースト9を印刷によって供給し、第2工程において、半導体チップ1を搭載する。この時の混合ペースト9の供給の状態を拡大して図6に示したが、混合ペースト9は、Cuからなる金属ボール6と、Snからなるはんだボール10とをフラックス成分11を用いて、混合してある。第3工程でこれらをリフロー加熱し、接続部5を得る。これに第4工程において、封止樹脂12によりチップ周囲を封止する。第5工程で、半導体チップ1が実装された面と反対側の中間基板2の電極13にはんだボール14を供給し、第6工程で、プリント配線基板15の配線ランド16に迎えはんだ17を行い、第7工程で、これらをリフロー加熱を行い、はんだボール14と迎えはんだ17を接続18し、実装構造体19を得る。

【0019】第3工程での加熱温度は、はんだボール10のSnを溶融させる必要があり、はんだボール10の大きさにもよるが、Snの融点232℃以上あれば良い。しかし、加熱後に接続部を更に高融点にするために、Snの融点に比べ十分高い温度、即ち最高温度280℃でリフローを行った。ペーストのフラックス成分11は、Snが溶融し、Cuとのぬれが確保できることが必要であり、RMA(Rosin mildly activated)、RA(Rosin activate d)のどちらも可能であるが、今回はロジン系のRMA

タイプを用いて行った。雰囲気は、大気中でも良いが、よりCuとSn間のぬれ性を向上させるために、窒素等の不活性雰囲気をを用いて行った。RMAタイプは、洗浄が難しい実装構造、例えば、非常に狭ピッチな構造、あるいは洗浄してもその洗浄残渣がかえって問題となりうる構造に適していて、この場合には、活性が弱いため、窒素等の不活性雰囲気下で接続を行う方が望ましい。RAタイプは、洗浄が可能である構造の場合に好ましい。この場合には大気中でも接続が可能となる。また、接続後にアンダーフィルとして利用できるフラックスを使用しても良い。このアンダーフィルは半導体チップ1と中間基板2間を全て覆うことが接続部の寿命向上に望ましいが、図7の様に、電極の周囲のみが樹脂20で覆われていても、接続端部の応力集中を緩和できるため、接続部の寿命向上に効果がある。

【0020】このように図6に示した構成のものを加熱すると、はんだボール10のSnが溶融して、金属ボール6のCuとの界面で金属間化合物を形成し、Cuの金属ボール6間が連結された。この時の接続部5の金属顕微鏡による観察結果を図8に示し、模式図を図9に示したが、界面には、CuとSnの化合物8の層が形成されている。また、溶融したSnは、半導体チップ1の電極3、中間基板2の電極4とも金属間化合物を形成するため、Cuによる金属ボール6と電極3、電極4がそれぞれ連結された。このようにして、半導体チップ1の電極3と中間基板2の電極4が連結される。従って、これらの化合物層形成により、250℃以上での高温でも強度を保つことができる。最終的には、図1中の接続部5は、はんだボール10のSnがCu-Sn金属間化合物(Cu₆Sn₅、融点：約630℃)となって、接触部及びその近傍は高融点化する。たとえSnの一部が残っても、他の部分が溶融しなければ、後付けのはんだ接続時のプロセスに耐えられる強度を十分に確保できる。

【0021】また、部品、基板間に発生する歪みは、Cuが柔らかいため、接続部内に残っているCu内である程度変形することが可能であり、高鉛はんだが使用されていた接続部にこの方式を用いて代替することができる。従って、はんだ付け後の耐熱疲労性を考慮すると、Cuの金属ボール6間の接触部は化合物化しても、変形のし易さから、残りの部分ではSn、Cuが残っていることが望ましい。即ち、最終的な接続部5内では、硬い化合物の割合が少なく、変形しやすいCuの金属ボール6の割合が多い方が耐熱疲労性が良くなるため、溶融させるSn量を調整することでCuの金属ボール6間を接触に近い状態にすることが、金属ボール6間を化合物により接合させる上で好ましい。

【0022】従って、図2に示したような接続部を有する電子機器に対して、この後の行程で、従来Sn-Pb系はんだを用いて行われてきた温度階層接続が可能となり、この拡散接合部は250℃程度のはんだ付け温度では溶融

しないので、その部分で接合が少なくとも保たれ、後の回路基板への実装時において剥がれたりすることはない。そこで、このSn-Pb系はんだを用いて行っていた後工程を、環境を考慮して、Sn-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Ag-Cu系、Sn-Cu系、Sn-Zn系、及び、これらにBiや、Inを添加して低融点化を図ったPbフリーはんだ材料等に代替し、別の基板に温度階層接続することが可能である。

【0023】尚、ここで、図1では金属ボール6にはCuを用いたが、これに限らず、Ag、Au、Al、Ni、Cu合金、Cu-Sn化合物、Ag-Sn化合物、Au-Sn化合物、Al-Ag化合物、Zn-Al化合物、を用いても良い。Auはぬれ性が高いため、接続部のボイド低減に効果が有る。また、Au自体は柔らかいため、応力緩和に適する。また、Alもこの金属自体柔らかく、応力緩和に適する他、コストもAuに比べて安くできる。

【0024】また、該金属ボール6の表面に、Auめっき、もしくはAgめっき、もしくはSnの単体金属めっき、もしくはSnを含む合金めっき、或いは2層めっきとして、下地にNiめっきし更にこの表面にAuめっき、もしくは下地にNiめっきし更にこの表面にAgめっき、のいずれかを施して、ぬれ性を向上、及び強度向上させることも可能である。2層めっきのメリットは保存安定性が高いことにある。このようにぬれ性を向上させると、接続部内のボイドの低減に効果がある。また、めっき処理をすることで溶融したはんだが金属ボール6に沿って濡れ拡がりやすくなり、金属ボール6間をより均等の間隔にできる。また、SnにBi等を1mass%以上微量添加することで、はんだの流動性を向上させ、端子上へのぬれ性を向上させる効果がある、但し、Biが5mass%以上であると脆さがでくるので望ましくない。

【0025】接続部5全体の熱膨張を低減するためには、金属ボール6として、インパー系、シリカ、アルミナ、AlN、SiC等を用い、表面にはんだをぬらすためのメタライズ、もしくは、Sn、In等のめっき、或いははんだめっきを施して、均一分散させた混合ペースト9を用いても良い。

【0026】また、接続部に大きな歪みが発生する組み合わせでは、プラスチックボール素材として、ポリイミド系、耐熱エポキシ系、シリコン系、各種ポリマービーズもしくはこれらを変成したものを用い、表面にはんだがぬれるメタライズを施したプラスチックボールを均一分散させた混合ペースト9を用い、接続部5の剛性を低減させることが可能である。

【0027】金属ボール6は球状である必要はなく、表面に凹凸が激しいもの、棒状、樹枝状、角状等を混ぜたものでも良い。球状が優れている点は印刷性にあり、狭ピッチの接続には、球状のものを用いることが望ましい。樹枝状晶等のメリットは隣接した樹枝状晶の接触部が多く(Cu同志の絡み合いにより化合物接合が多い)、相対的に金属の量が少なくても、高温時に強度を確保し、

耐熱疲労性向上が期待できる。このため、最終的には樹枝状晶が接触で繋がれて、弾力的な動きをするのが理想的と考える。従って、Cuの樹枝状晶をSn等で一旦包んで球状化し、それをペースト成分と混ぜて、混合ペーストとする方法も可能である。

【0028】図2の例では、はんだボール10には、Snを用いたが、これ以外にも、Sn-Cu系はんだ、Sn-Ag系はんだ、Sn-Ag-Cu系はんだを持ちても良い。Sn中にCuが入ると、融点が低下する他、Cuによる金属ボール6の場合に金属ボール6からのCuの溶出を抑えることができる。また、Agも融点の低下に効果がある。これらにIn、Zn、Biのいずれか一つ以上を添加したはんだ、のうち一つ以上を用いると、更に融点が低下し、図4の第3工程での接続温度を低くできる。また、Sn系以外でも、接続温度を低くできるInを用いてもよい。

【0029】混合ペースト9中の金属ボール6とはんだボール10の大きさは、微細すぎるとぬれが悪くなるため、特にはんだは1μm以上あることが望ましい。上限値は、最終的に電極に1つの金属ボールを有する図10に示した構造となればよい。電極形状による。この構造は、金属ボール単体が接続部の多く部分を占めるため、例えばCuを用いた金属ボールである場合には熱伝導性が非常に良いため、放熱特性を期待できる。

【0030】リフローは最高温度が280℃で行ったが、はんだボール10のSnが多く残ってしまう場合には、接続温度を更に高くすることで解決できる。また、接続後にエージング行程を設けて化合物成長させ、Sn量を減らすことも可能である。なお、高温で長時間エージングしすぎるとCu₃Sn化合物がCu側に成長する。Cu₃Snの機械的性質は硬く、脆いので、これを成長させないように制御するのが強度を確保する上で望ましい。接続温度をできる限り高くできれば、エージングの後工程は不要になる。

【0031】いずれにしても、本実施例による接続方法では、従来の高鉛はんだより接続温度を低温化できるため、半導体チップ1、中間基板2への熱のダメージを低減することができる。半導体チップ1としては、Siチップ、GaAsによるチップの他、CSP、BGA等でも良い。また、中間基板2は、一般的にはガラスエポキシ等の有機基板を用いるが、高密度に実装する必要がある場合にはビルドアップ基板等を用いる。また、自動車等の高耐熱を要求される電子機器には、セラミック基板等が使用可能である。また、基板を通した放熱性が必要な場合にはメタルコア基板が適している。

(実施例2) 実施例1では、混合ペースト9の供給、及び接続は、中間基板2上に印刷し、リフローすることによって行ったが、これ以外の方法を説明する。

【0032】一般にWL-CSP (Wafer Level Chip Size Package) といわれるように、ウェハ40状態の各チップ41の電極上にあらかじめパンプを作成する方法

をとる。この製造工程を図11に示す。まず、Si等のウェハ40上にAl、Al-Cu合金等の電極パッド42をスパッタや、エッチングを用いて形成し、更に、第2工程で、ポリイミドや、シリコン窒化膜によって表面保護膜43を全面に被覆した後、電極パッド42上に開口部を形成する。次の第3工程でフォトレジスト44を必要箇所に供給し、第4工程で、Cr/Cu/Ni、或いはCr/Cu/Au等からなる金属多層膜45を成膜し、第5工程で更に表面保護膜46を必要箇所に形成し、再配線された電極パッド47を得る。この電極パッド47には、ぬれ性を向上させるため、Au等の層を形成しても良い。この電極パッド47上に混合ペースト9を印刷によって供給し、第6工程で加熱することによって、バンプ48に得る。この後、第7工程で各チップ41のサイズにダイシングを行い、バンプ付きのSiチップ49を得る。このチップ49をフェイスダウンで中間基板上に搭載し、リフロー加熱、或いは加圧・加熱方式によって、接続を行う。

【0033】上記実施例の様にフラックスを入れた粘性のあるペーストで印刷するほか、この混合ペースト9をディスペンサーで供給する方式も可能である。100 μ mピッチの高密度な電極へ混合ペーストを供給するには、電極径が約50 μ mとすると、金属ボール6、はんだボール10の粒径は、電極径の1/10程度の5 μ m前後が望ましい。従って、3~8 μ mの粒径のCu、はんだボールを混合したペーストならば、バンプ径に対して粒径の凹凸が目立たない。Cuは微細粒が入ってもロジンで還元できるが、微細粒のSnボールはロジンで還元しにくいので、若干、ハロゲン等の活性剤を含ませたRMAタイプのフラックスにして使用すると良い。

【0034】また、これらの混合ペースト9をあらかじめ別な場所で加熱して球状にしておき、この金属ボールとはんだとの集合体となった球を、個別に電極上に供給しても良い。この工程を図12に示した。第1工程でははんだにぬれない基材50に、マスク51を用いて、混合ペースト9を印刷、第2工程で加熱し、混合ペーストの集合体の球52を得る（第3工程）。これを第4工程で半導体チップ1の電極3上に振り込み治具53等を用いて供給し、これを加熱することによって、バンプ54付き半導体チップ55を得ることができる（第5工程）。これを第6工程バンプ54が接続可能な表面処理56、例えば迎えばんだや、Auめっき等、を施した中間基板2上に搭載し、第7工程で加熱し、第8工程で樹脂封止57することによって、実装構造体58を得る。

【0035】また、Cu等による金属の細線の表面に、Sn等のはんだめっき等を施し、これを細かく切断して、金属ボール6、はんだボール10の代わりにしてペースト化し、印刷、ディスペンサー等で供給しても良い。また、Cu箔の表面にSnめっき等を行い、これを打ち抜いて円盤状にしたものを個別に供給、或いはペースト化して

用いても良い。

【0036】基板の電極には、ぬれ性を向上させるために、Snめっき、Sn合金めっき、Auフラッシュめっき、Agめっき等の処理を施しておいてもよい。また、基板の電極にも、混合ペーストを印刷、ディスペンサー等で供給しておいてもよい。Sn、Sn合金等を用いたはんだによるはんだペーストを基板上の電極に供給しておくことも、ぬれ性向上のために効果がある。

（実施例3）微細粒、もしくは樹枝状晶のCu粉と、ほぼ等価な径を有するSnはんだを不活性雰囲気中で混合し、室温で圧縮成形すると、空間のない複合はんだを得ることができる。これを、球状、四角等に加工することができる。この状態でははんだボールであるSnを溶融させていないため、CuとSnとは未反応な状態であり、はんだ付け時に、Snが溶ける232℃以上では自由に動く状態になっている。また、これらの粒子を均一分散させ、予め端子ピッチに合わせたメタルマスク上に載せ、Siチップの端子上に位置決めして供給することが可能である。また、表面がSnにぬれる表面処理を施した低熱膨張な石英、インバー等を均一分散することも可能である。

【0037】また、より柔らかくするため、同様に表面がSnにぬれる表面処理を施した約1 μ mの耐熱性のポリマービーズ等を均一分散することも可能である。このポリマービーズ等のゴムの効果は耐衝撃性、耐温度サイクル性を向上させ、寿命向上につながる。特に、Si素子の端子部への応力的負担を軽減させる意義は大きい。図13はポリマービーズを用いた接続後の断面モデルを示す。ポリマービーズ60上にNiめっき、更にこの上にAuめっきの表面処理層61を施して、Snはんだで加熱した接続部を示している。このとき、Auははんだ中に拡散してAu-Snの化合物が形成され、更にSnはNiとも反応してNi-Sn化合物が7中に形成され、接続部5は高融点化して連結されている。

【0038】なお、CSP、フリップチップ等の実装はモバイル製品等に使用されることが多い。このため、接続後に適正な物性を有する樹脂を充填することで、高信頼性を確保することができる。樹脂の熱膨張係数として、15~40 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲に有り、望ましくはバンプに近い20 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 前後で、ヤング率は100~2000kgf/mm²で、望ましくは素子への影響を少なくするため400~1000kgf/mm²位が望ましい。

（実施例4）本発明の電極構成を用いて、温度階層接続を行った例を図14に示す。これは、Siチップ21の電極22とインターポーザーといわれる中間基板23の電極24とを金属ボール、はんだ及びその化合物で接続25し、接続構造体26を得たものである。この接続構造体26を、融点が220℃程度のSn-Ag-Cu系はんだ27

（例えばSn-3Ag-0.5Cu（融点：221~217℃））を用いてガラスエポキシ基板28の電極29に接続する。接続構造体26とガラスエポキシ基板28とを接続する時、素素

リフロー炉で、接続部の到達温度が235℃となるように
はんだ付けを行ったが、接続構造体26の接続部25
は、高融点化しているため、再溶融することなく、ま
た、剥がれも起きず、安定な状態を保っていた。

【0039】このとき、本発明による接続部25がSiチ
ップ21、中間基板23間に発生する応力に耐えられな
い場合には、Siチップ21、中間基板23間に樹脂30
を封入して、接続部25に発生する応力を分散させても
良い。

【0040】また、Siチップ21の他に、該中間基板2
3上に、複数のチップ、或いは、チップ部品等と一緒に
本発明の方式を用いて接続し、1つの機能を有するモジ
ュールを提供することも可能である。

【0041】図15に本発明をRFモジュールに適用し
た例を示す。これはSAWフィルターといわれるLT
(リチウムタンタレート)等の半導体チップ101を、
セラミックによる配線基材102に導電性ペースト10
3、ワイヤボンディング104によって接続され、半導
体チップを保護するためにカバー105が設けられてい
る。このモジュール106と、チップ部品107、コイル
部品108等を、ガラスエポキシ等による中間基板1
09に接続するが、この接続に、金属ボールとはんだと
の混合ペーストを用いて接続110することが可能であ
る。同時に全体カバー111も中間基板109に接続可
能である。接続部110は、はんだと金属ボールとの反
応によって高融点化しているため、中間基板の電極11
2を用いて、他のはんだによるマザーボードへの接続が
可能である。

(実施例5) 本発明の電極構成を用いた別の例を図16
に示す。これは、基板中に金属による熱拡散経路を造っ
て熱を逃がせる構造にした例である。図16(1)はS
iチップ31の真上から電極の配置を見た図であるが、
この例では、信号用の電極32はSiチップ31の外周
の3列に配置されていて、内部の電極は熱を逃がすた
めに取り付けた熱拡散用電極33である。このSiチップ3
1の基板34への接続部について、図16(1)のa-a'
断面を図16(2)に示したが、熱拡散用電極33の基
板34側の電極35に接してサーマルビア36が形成さ
れている。このサーマルビア36は、基板34の内側の
メタルコア層37につながっている。信号用電極32、
熱拡散用電極33は、共に本発明を用いて作られてい
て、金属ボールにはCu、はんだにはSn-37Pb、Pb-5Snは
んだの場合、それぞれ約55W/mK、約36W/mKであるのに対
し、Cuの熱伝導率は約390W/mKであることから、Cuが多
い接続部38は、はんだを用いていた従来の接続部より
熱伝導が良い。更に、放熱の良い接続部38の電極か
ら、サーマルビア36を通して、メタルコア層37に熱
を拡散させることが可能となる。従って、本発明による
接続では、接続部38を介する熱伝導、熱放散が活発に

なり、高出力素子の実装に対しては優れた方式といえ
る。

【0042】ここで、信号用電極32のうち、グランド
電極39は、基板34のメタルコア層37に同様にビア
100を形成してつないでも良い。即ち、メタルコア層
37を基板のグランドと兼ねることも可能である。ま
た、サーマルビア36、メタルコア層37、ビア100
は今回はCuを用いて形成したが、Alなどを用いても良
い。また、逆に、Siチップ31(LSI)の十分な性能
を得られるように、金属ボール6、サーマルビア36、
メタルコア層37の材質を選択することも可能である。

【0043】以上のように、本発明は、金属ボール6の
材質によって熱伝導を通常のはんだ接続に比べ大きく向
上させることができるため、高出力のSiチップの接続、
狭ピッチのLSIとの接続には、Siチップ(LSI)の性
能を守る上でも適している。具体的な例としては、自動
車用に車内に搭載される電子機器等の接続構造に適す
る。また、図15に示したRFモジュールでも、熱によ
って周波数がずれるため、このような製品にも放熱特性
の良い接続部を有することは、モジュールの性能を守る
上で重要である。また、本実施例の様に、本発明の電極
構造を信号用電極のみでなく、放熱用電極として使用す
ることもでき、更にメタルコア層を有する基板等と共に
用いると一層の放熱効果がある。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、従来、電子機器の製造
に使われてきた、融点が高い鉛を多く含有する高鉛はん
だの代替材料を供給できる。この材料では、接続温度は
低温で可能であるが、接続後は高融点化でき、融点が22
0℃程度のSn-Ag-Cu系のPbフリーはんだ等による温度階
層接続が可能となる。また、部品、基板材料の熱膨張係
数の差により電極部に発生する応力、歪みに耐えること
のできる電極構成を得ることができる。またこれを用い
ることにより、環境への負荷を低減できる。更には、熱
伝導性の高い金属が多い構造であることから、パンプを
介する熱伝導、熱放散も活発になり、高出力素子の実装
に対しては優れた方式である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実装構造体を示す図である。

【図2】 本発明の電極間の接続部の構成を示す図であ
る。

【図3】 接続部の形状が直方体、円筒状、あるいはウェ
スト形状である例を示す図である。

【図4】 図1に示した電子機器の製造工程を示す図であ
る。

【図5】 図1に示した電子機器の製造工程を示す図であ
る。

【図6】 図4に示した製造工程の第2工程での、加熱す
る前の混合ペースト供給時の様子を示した図である。

【図7】 フラックス成分が接続後にアンダーフィルとし

て機能している例を示した図である。

【図 8】 接続部 5 の金属顕微鏡による観察結果を示した図である。

【図 9】 接続部 5 を模式的に示した図である。

【図 10】 本発明の電極間の接続部の別の例を示す図である。

【図 11】 本発明を用いた半導体チップ上の電極の製造工程を示す図である。

【図 12】 本発明の別の製造工程を示す図である。

【図 13】 ポリマービーズを用いた接続部を示す図である。

【図 14】 本発明を温度階層接続に利用した例を示した図である。

【図 15】 本発明を RF モジュールに適用した例を示した図である。

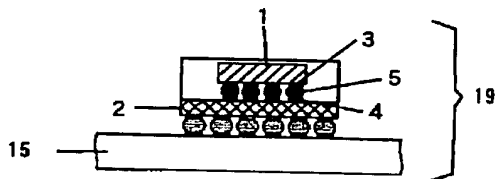
【図 16】 本発明の構造について、更に放熱特性を向上させた例を示した図である。

【符号の説明】

1…半導体チップ、2…中間基板、3…電極、4…電極、5…接続部、6…金属ボール、7…はんだ、8…化合物、9…混合ペースト、10…はんだボール、11…フラックス成分、12…封止樹脂、13…電極、14…はんだボール、15…プリント配線基板、16…配線ラ

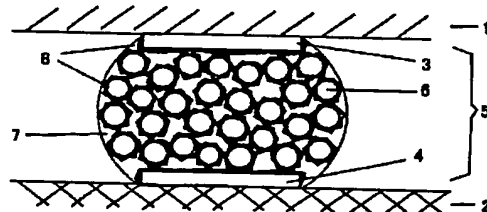
ンド、17…迎えはんだ、18…接続部、19…実装構造体、20…樹脂、21…Siチップ、22…電極、23…中間基板、24…電極、25…本発明による接続部、26…接続構造体、27…Sn-Ag-Cu系はんだ、28…ガラスエポキシ基板、29…電極、30…樹脂、31…Siチップ、32…信号用の電極、33…熱拡散用電極、34…基板、35…基板側の電極、36…サーマルビア、37…メタルコア層、38…接続部、39…グランド電極、40…ウェハ、41…チップ、42…電極パッド、43…表面保護膜、44…フォトリソ、45…金属多層膜、46…表面保護膜、47…電極パッド、48…バンプ、49…バンプ付きSiチップ、50…基材、51…マスク、52…混合ペーストの集合体の球、53…振り込み治具、54…バンプ、55…バンプ付きSiチップ、56…表面処理、57…樹脂封止、58…実装構造体、60…ポリマービーズ、61…表面処理層、100…ビア、101…半導体チップ、102…配線基材、103…導電性ペースト、104…ワイヤボンディング、105…カバー、106…モジュール、107…チップ部品、108…コイル部品、109…中間基板、110…本発明による接続部、111…全体カバー、112…電極、

【図 1】



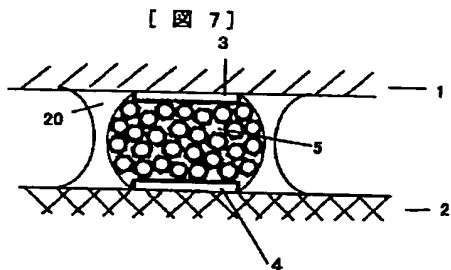
【図 1】

【図 2】

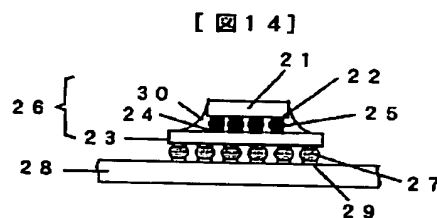


【図 2】

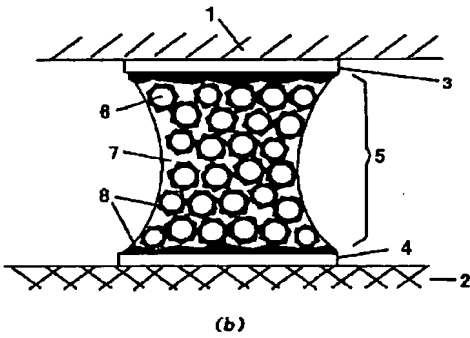
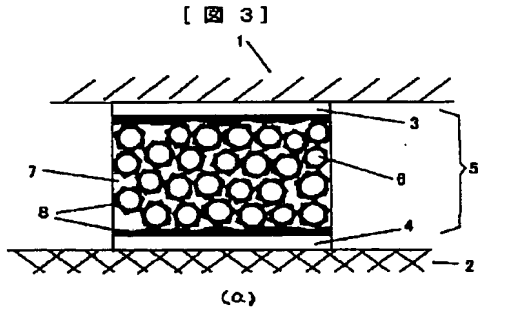
【図 7】



【図 14】



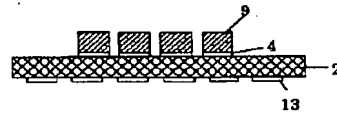
【図3】



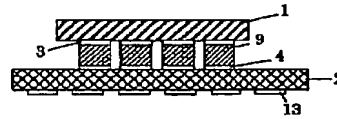
【図4】

【図4】

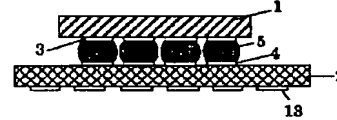
第1工程



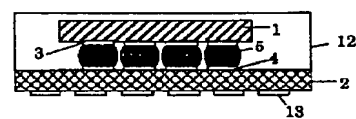
第2工程



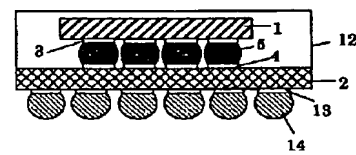
第3工程



第4工程



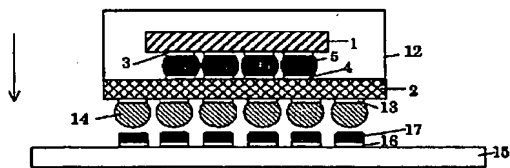
第5工程



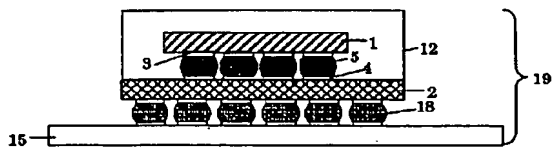
【図5】

【図5】

第6工程

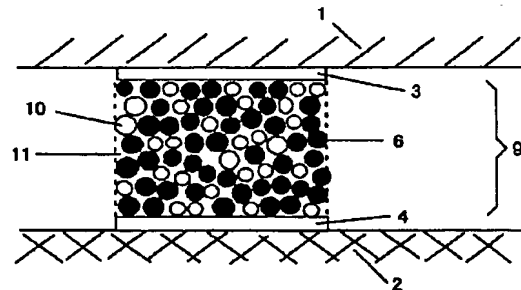


第7工程



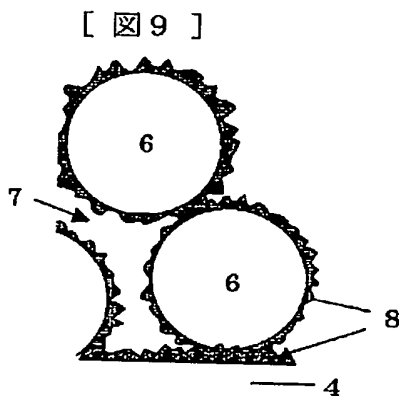
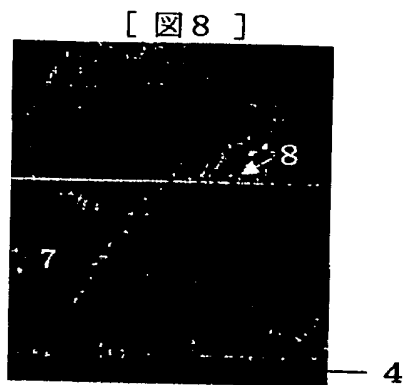
【図6】

【図6】



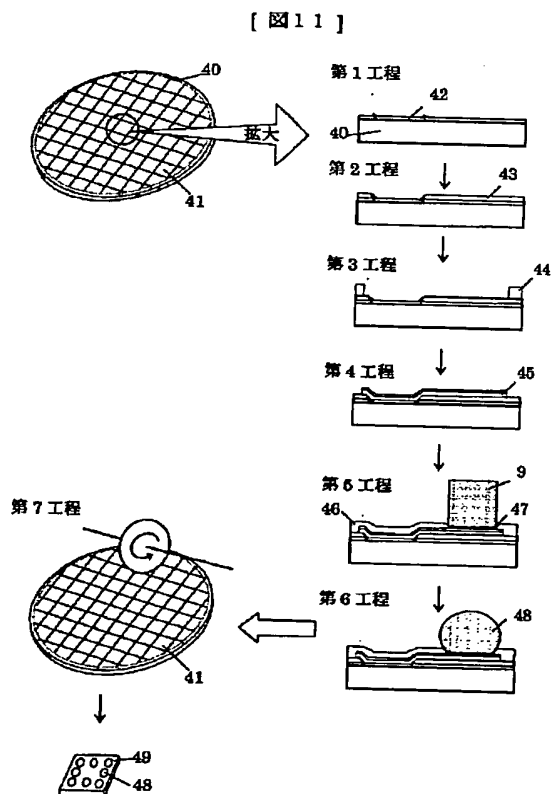
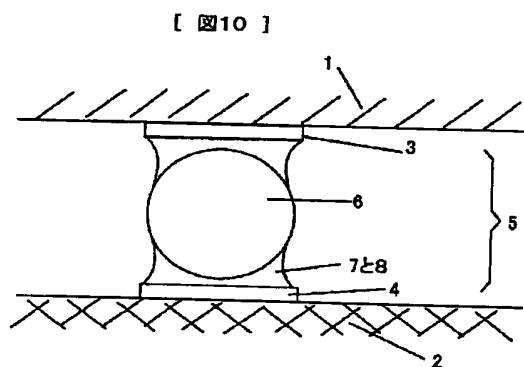
【図8】

【図9】

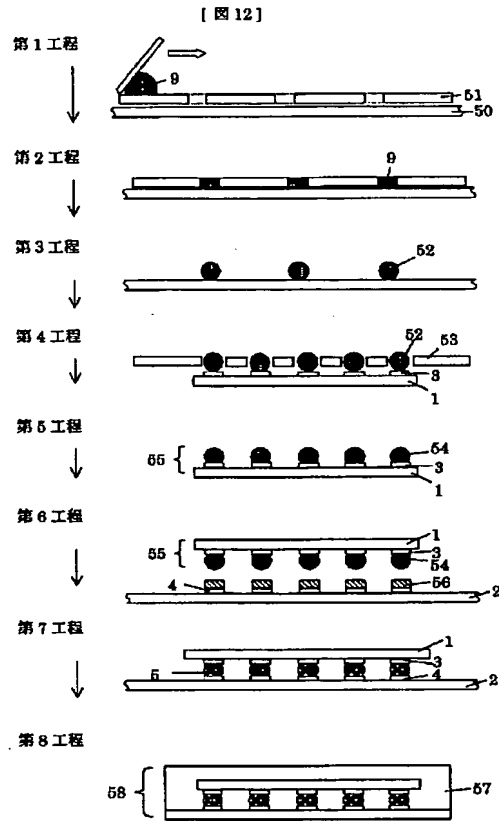


【図10】

【図11】

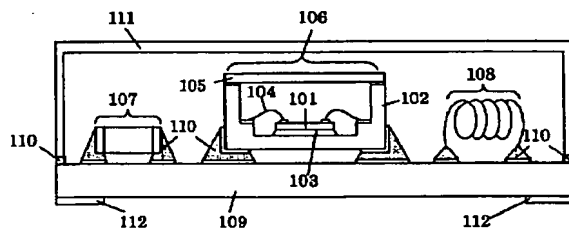


【図12】



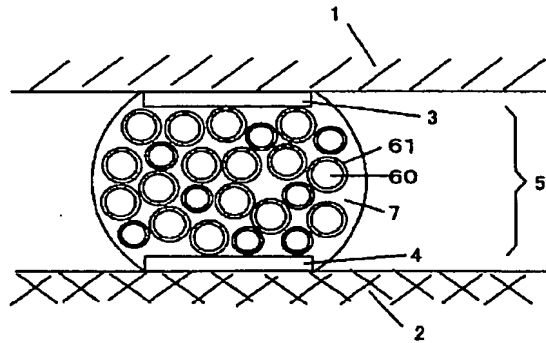
【図15】

【図15】



【図13】

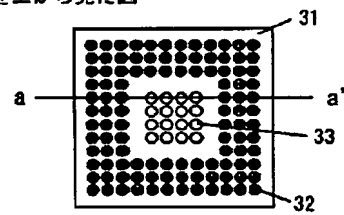
【図13】



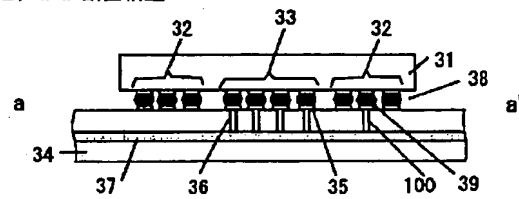
【図16】

【図16】

(1) フリップを上から見た図



(2) a-a' 断面構造



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

// B 2 3 K 35/26

B 2 3 K 101:42

識別記号

3 1 0

F I

B 2 3 K 35/26

101:42

ターマコード (参考)

3 1 0 A

(72)発明者 石田 寿治
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 三浦 一真
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内
F ターム(参考) 4K044 AA06 AB01 BA06 BA08 BA10
BB01 BB03 BC08
5E319 AC01 BB04 CC33 GG03